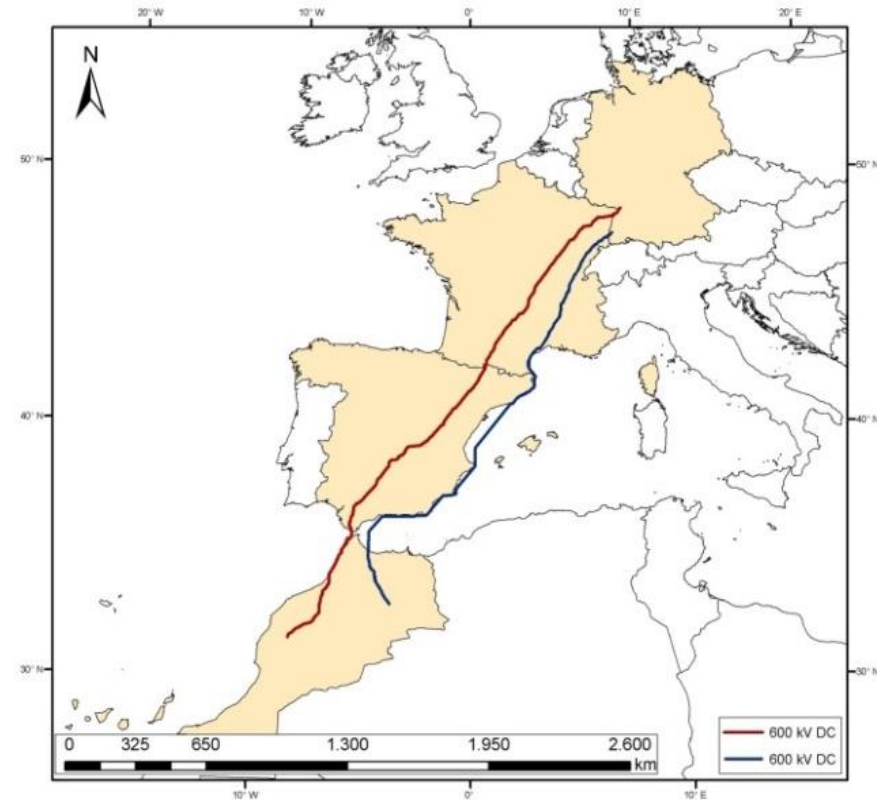


Fernübertragung regelbarer Solarenergie von Nordafrika nach Mitteleuropa

Dipl.-Ing. Denis Hess
München, den 10.01.2014



Wissen für Morgen

Criteria for Sustainable Electricity Supply:

1. Affordability

- Low cost
- Low subsidies
- Low structural effort

2. Security

- Diversification of supply
- Power on demand and redundancy
- Sustainable energy resources
- Available technology

3. Environmental compatibility

- Low pollution, climate protection
- Low risks for health and nature
- Low land use and structural impacts

4. Social compatibility

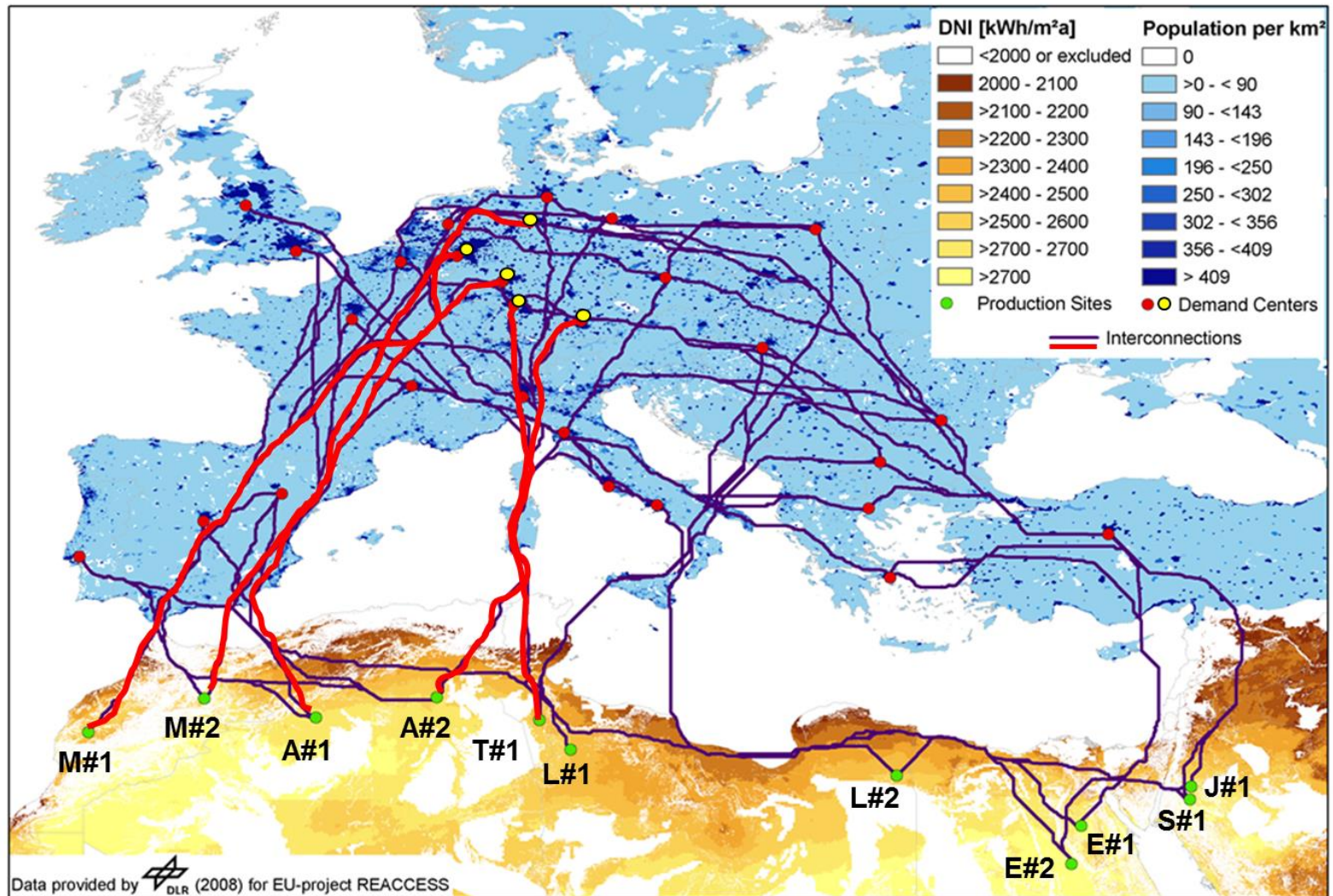
- Fair access to energy
- Balance of dependencies and interdependencies
- Flexibility during transition

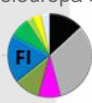


Portfolio of Energy Sources for Electricity:

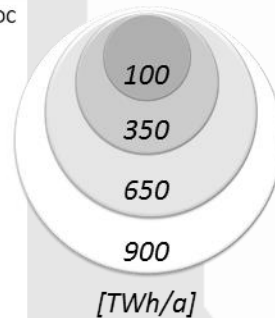


Identification of 33 corridors – REACCESS (2008)





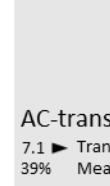
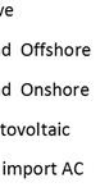
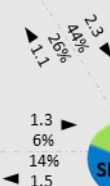
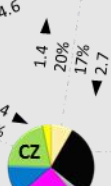
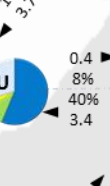
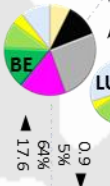
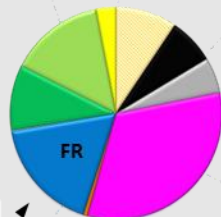
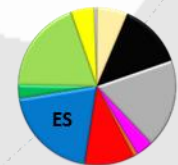
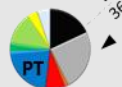
Power generation 2030



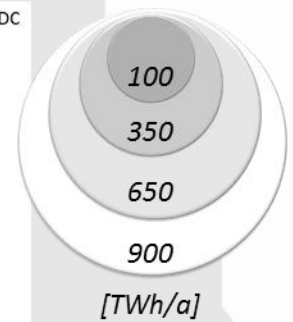
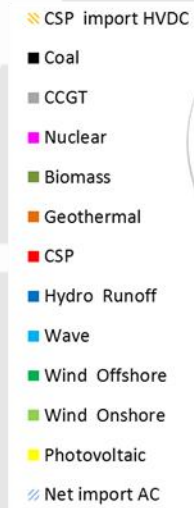
AC-transmission

7.1 Transferred power [TWh/a]
39% Mean annual line utilisation

2030



Power generation 2050

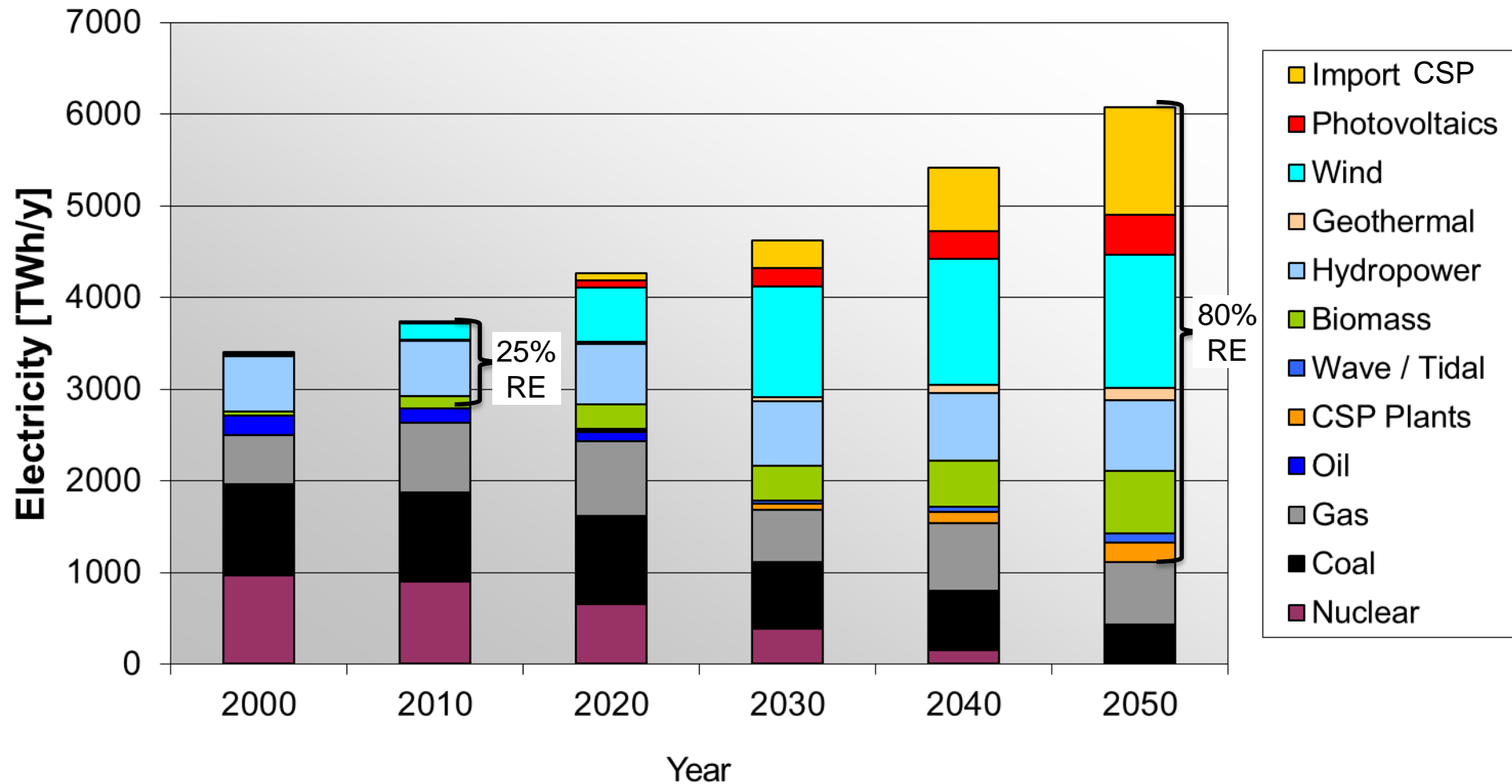


AC-transmission

7.1 ▶ Transferred power [TWh/a]
39% Mean annual line utilisation

2050

Electricity Demand Europe (ENERGEO 2012)



Gesprächspartner der Studie – Fernübertragung regelbarer Solarenergie von Nordafrika nach Mitteleuropa

Wirtschaft



Forschung



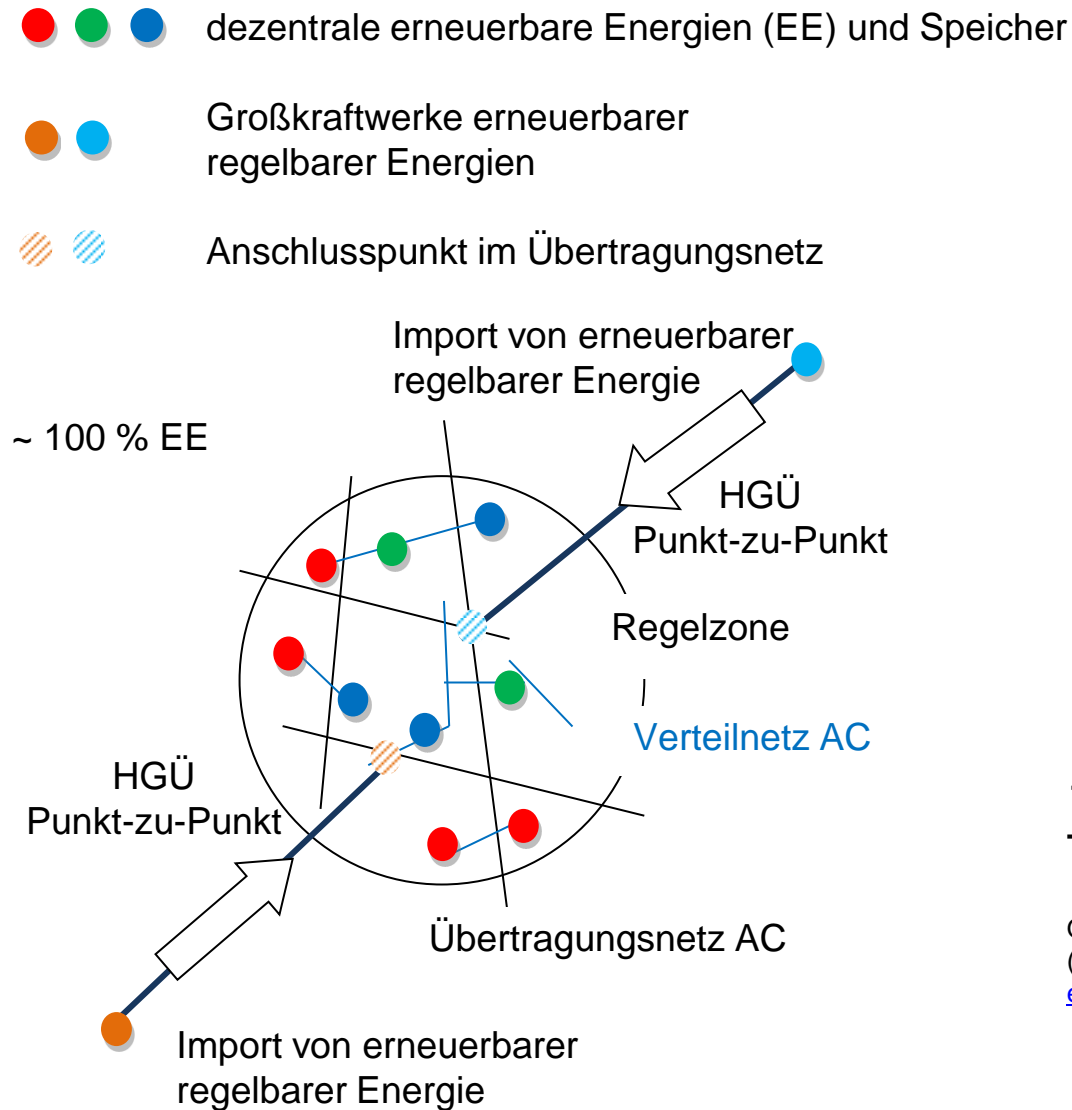
Ministerien



Genossenschaften



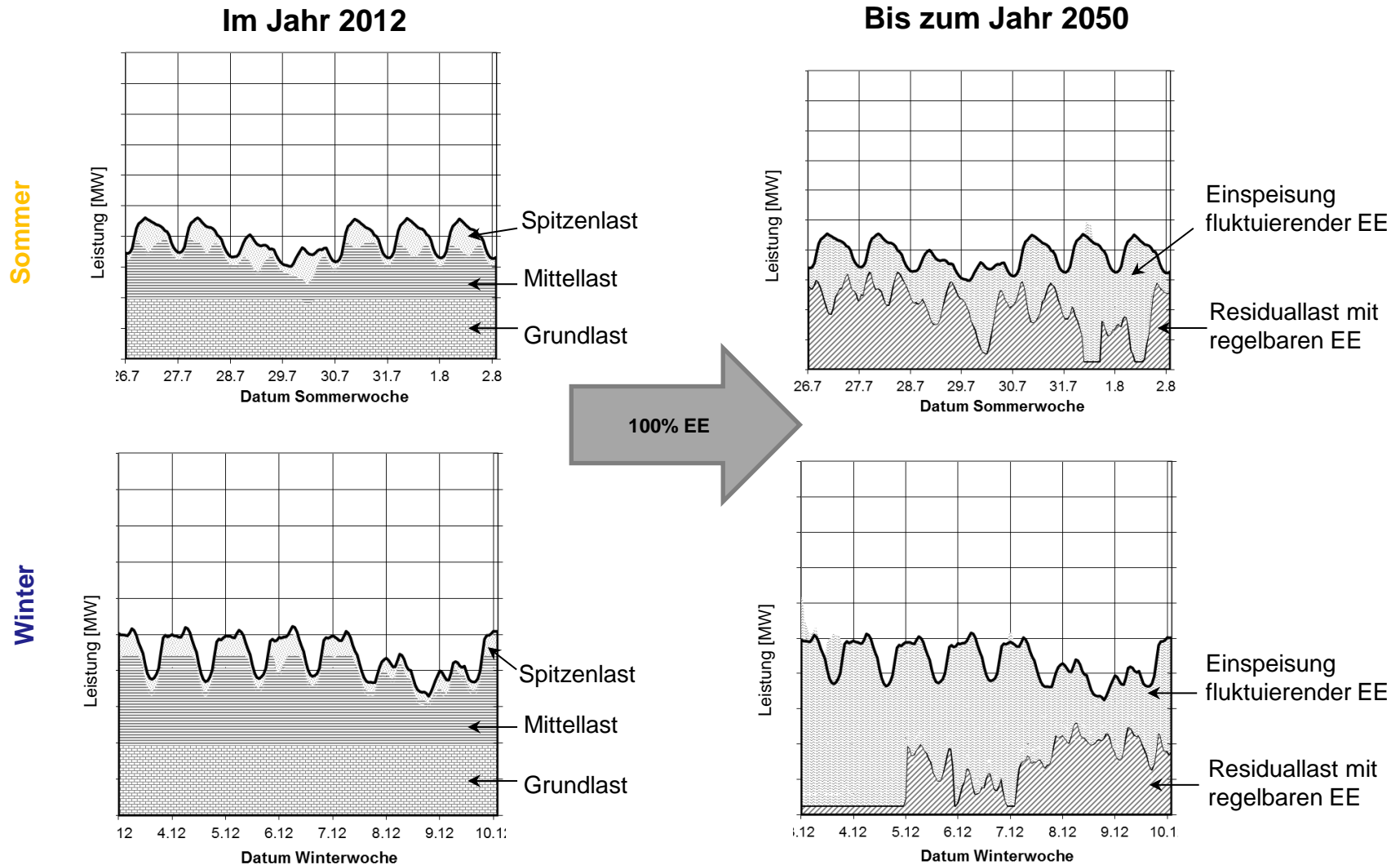
Untersuchungsgebiet: BW



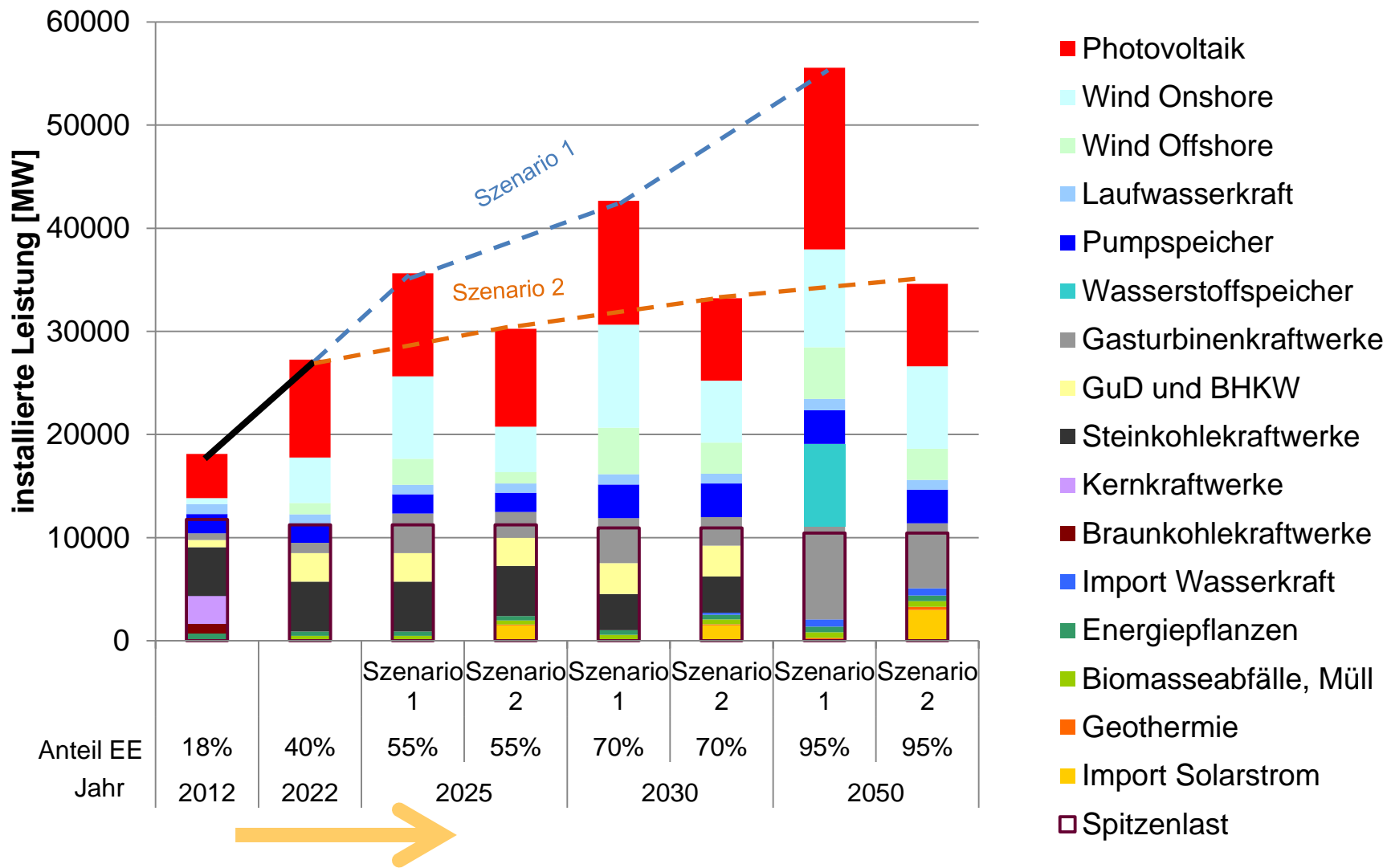
10.8 mio. Einwohner, 80 TWh/a – im Jahr 2012

Quelle:
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Baden-W%C3%BCrttemberg>)

Paradigmenwechsel im Lastbereich



Erneuerbare Energien für Baden-Württemberg

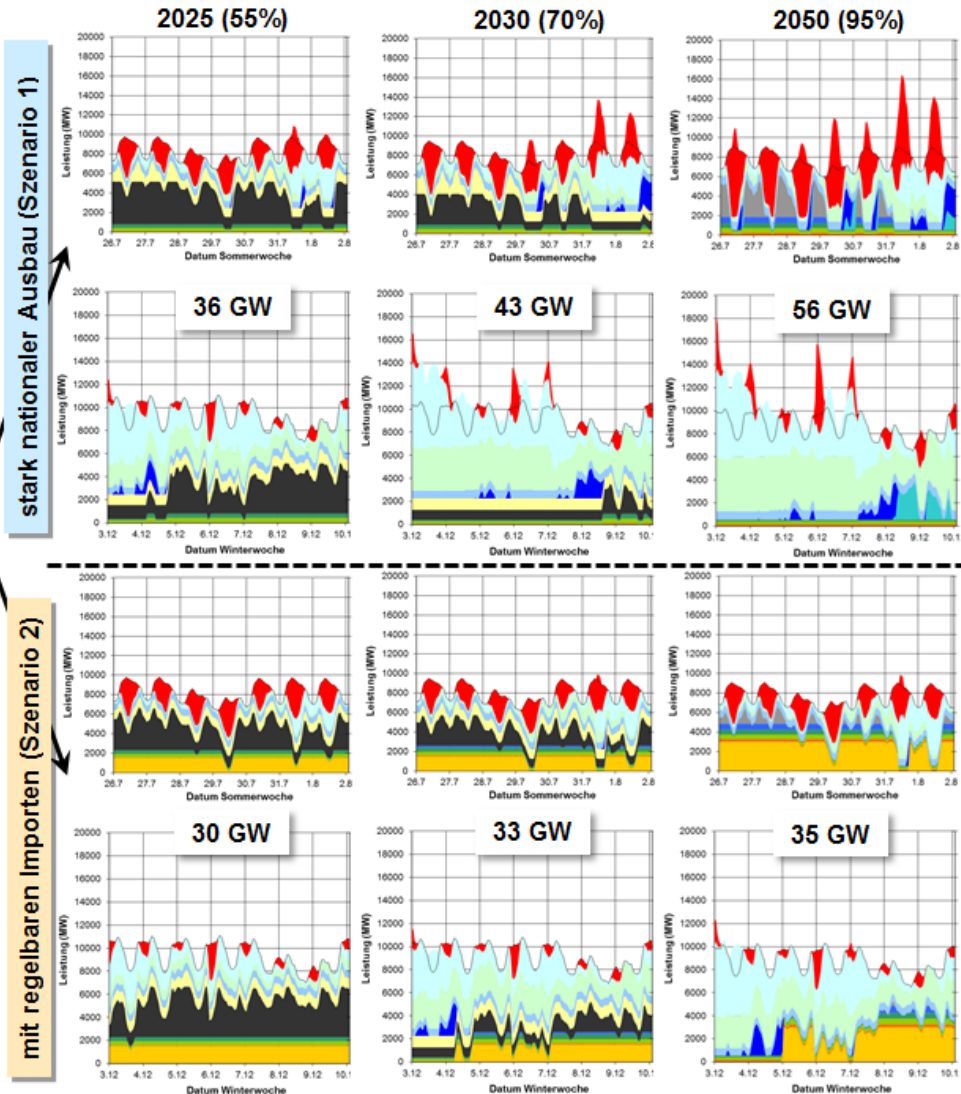
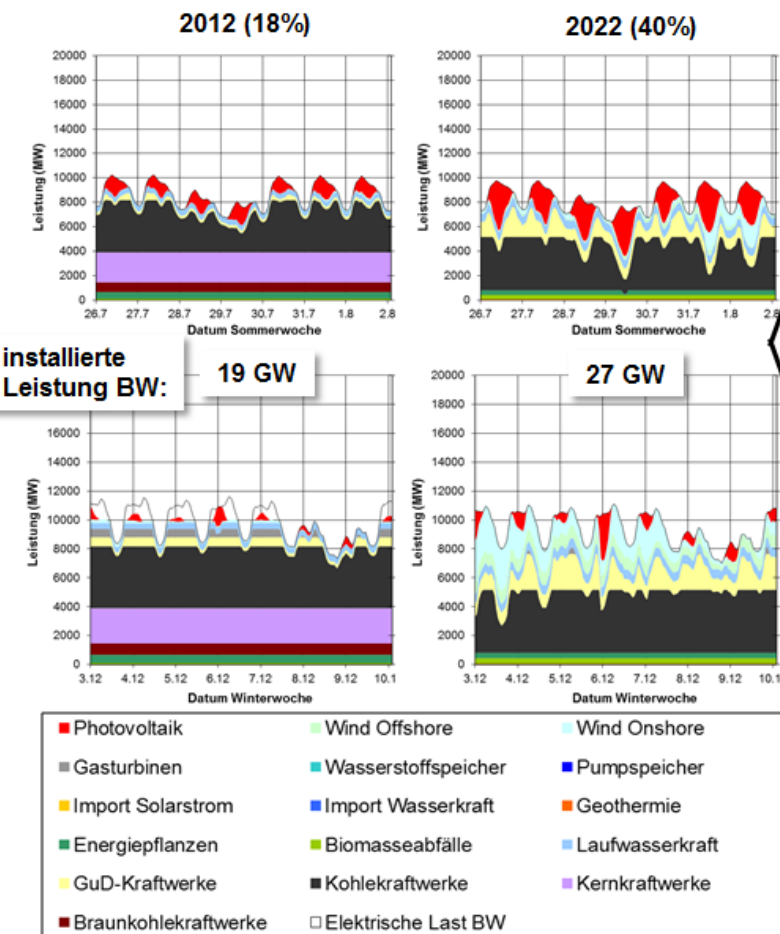


Die Entscheidung für Szenario 2 ist aufgrund der Planungszeit schon **heute** notwendig!

Wöchentliche Zeitreihen der Stromproduktion nach Kraftwerkstyp

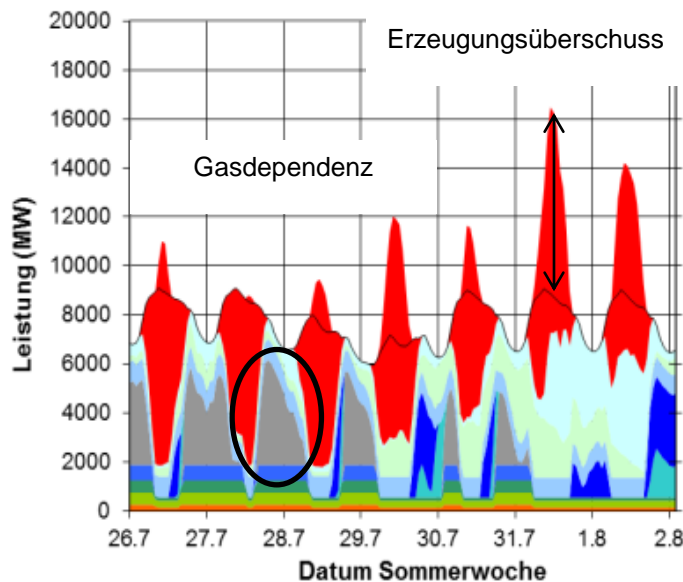
Wege in die nahezu vollständige Energieversorgung mit erneuerbaren Energien für Baden-Württemberg:

Jahr (Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion)



Systemproblematik in Baden-Württemberg im Jahr 2050 mit 95% erneuerbaren Energien zur Stromversorgung

installierte Leistung: 55 GW

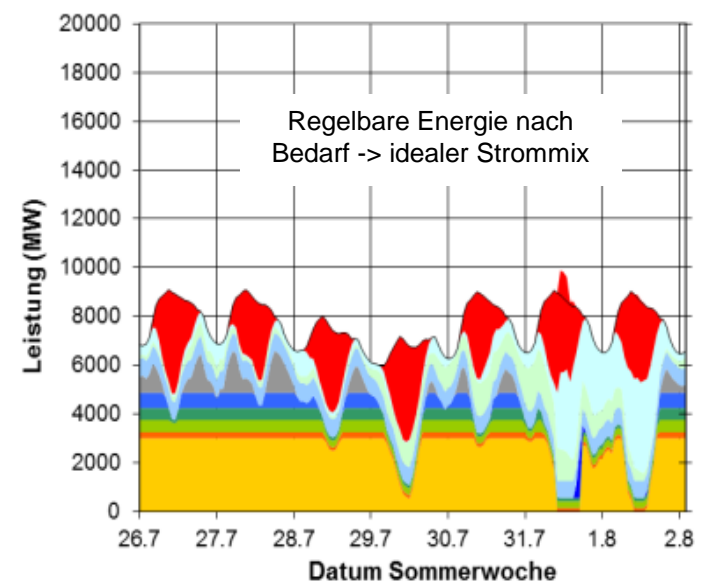


Quo
vadis?



2050
95% EE

installierte Leistung: 35 GW



■ Photovoltaik ■ Wind Onshore ■ Wind Offshore ■ Laufwasserkraft ■ Pumpspeicher ■ Wasserstoffspeicher ■ Gasturbinen
■ Import Wasserkraft ■ Energiepflanzen ■ Biomasseabfälle ■ Geothermie ■ Import Solarstrom □ Elektrische Last BW

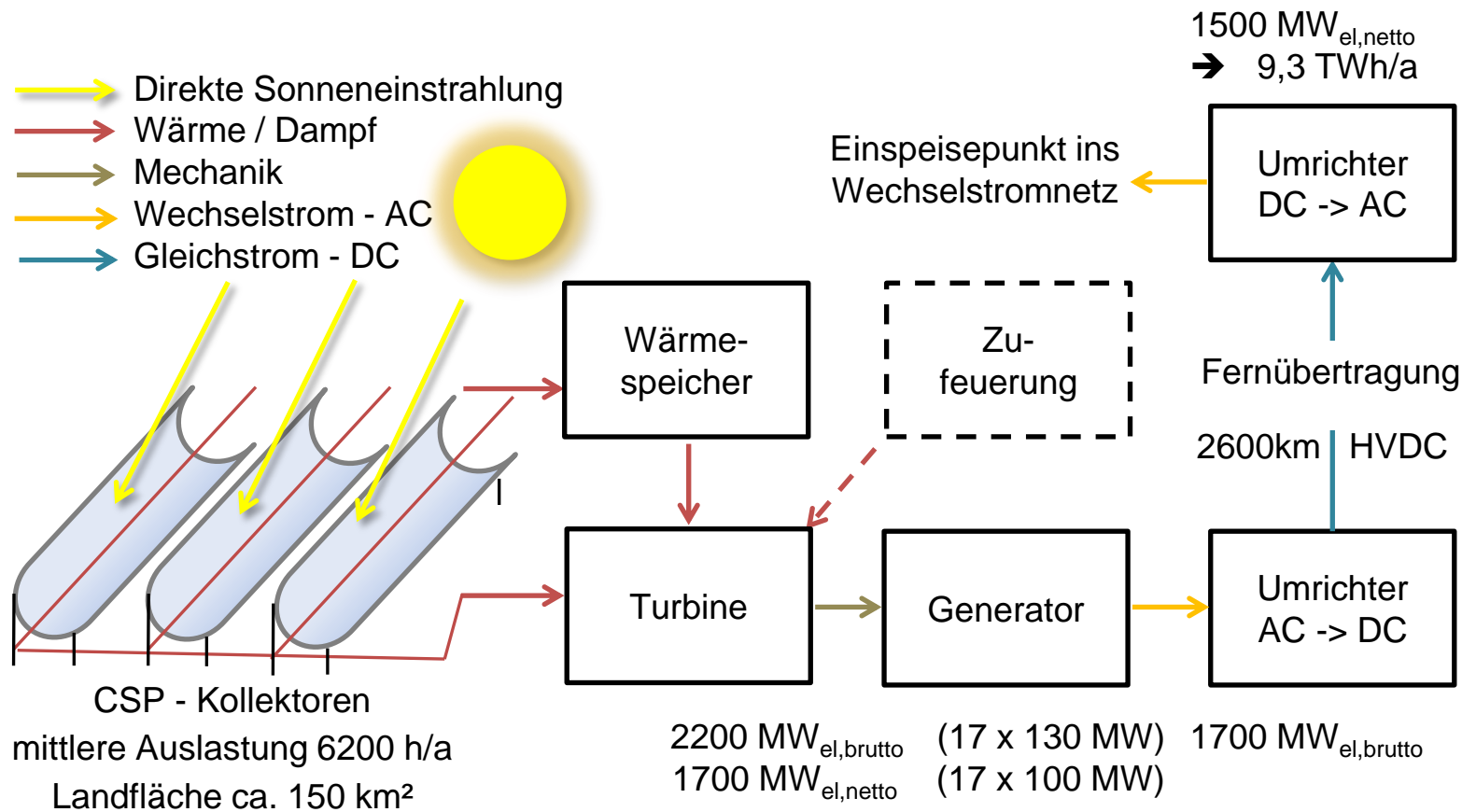
Zwei Szenarien für das Jahr 2050, jedes mit 95% erneuerbaren Energien für die Stromversorgung Baden-Württembergs

Für die Wahl einer der Wege muss heute konkret die Entscheidung getroffen werden!



Quelle: Hess, D., Trieb, F., 2013, Fernübertragung regelbarer Solarenergie

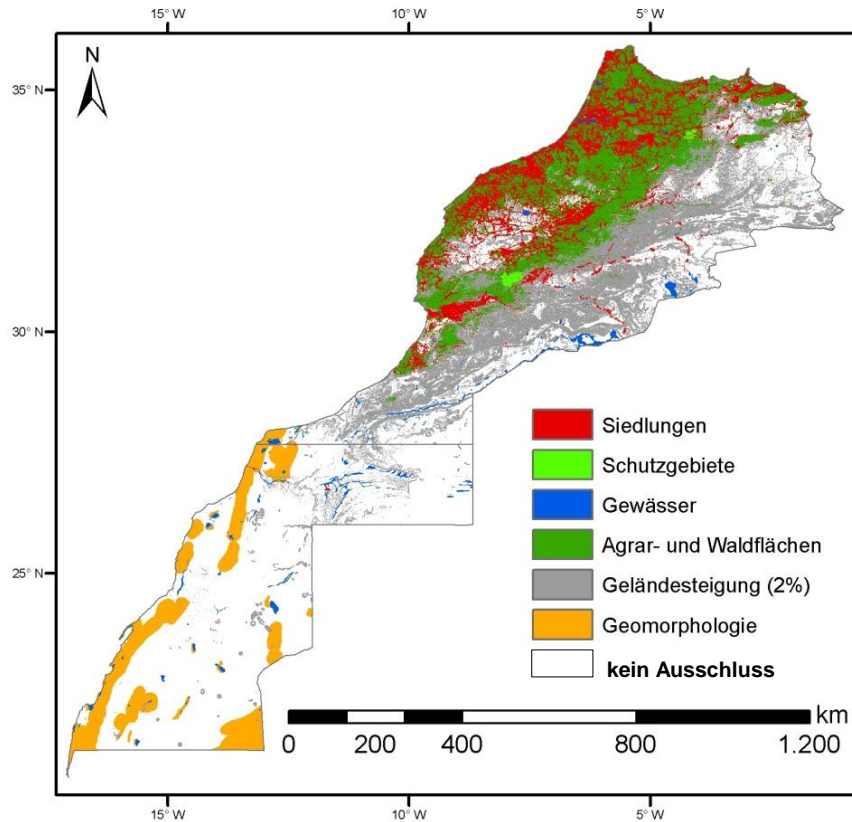
Fernübertragung regelbarer Solarenergie: CSP-HVDC Anlage



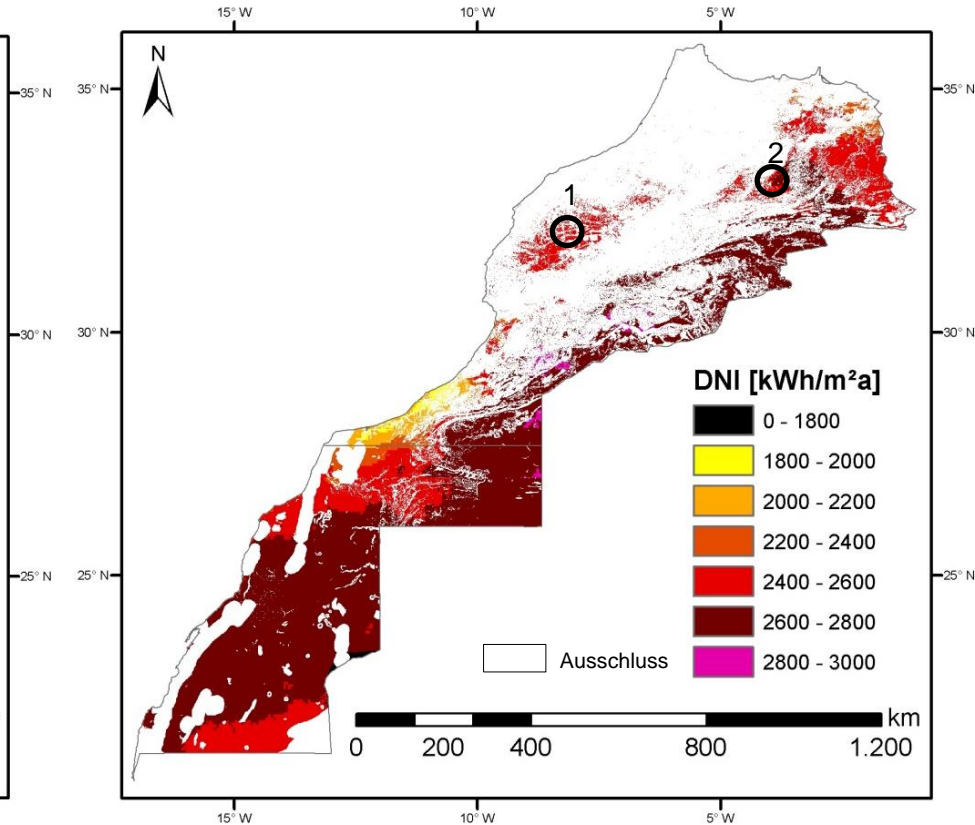
CSP: Concentrating Solar Power
HVDC: High Voltage Direct Current

Marokko

Ausschlussflächen



wirtschaftlich potentielle Standorte



Das wirtschaftliche CSP Bruttoflächenpotential im nördlichen Teil Marokkos ist ca. **18500 km²**

-> eine Anlage mit 150 km² benötigt **nur 0,8% dieses Potentials**

Erstes Bild einer CSP-HVDC Anlage, Kosten und Flächenbedarf

MOR-E-F-D

HVDC 2600 km
1,7 GW / 1,5 GW_{net}
1,9 – 5,1 Mrd.€
150 km²

CSP 2,2 GW
CSP 12 - 18 Mrd.€
150 km²

MOR-E-F-D

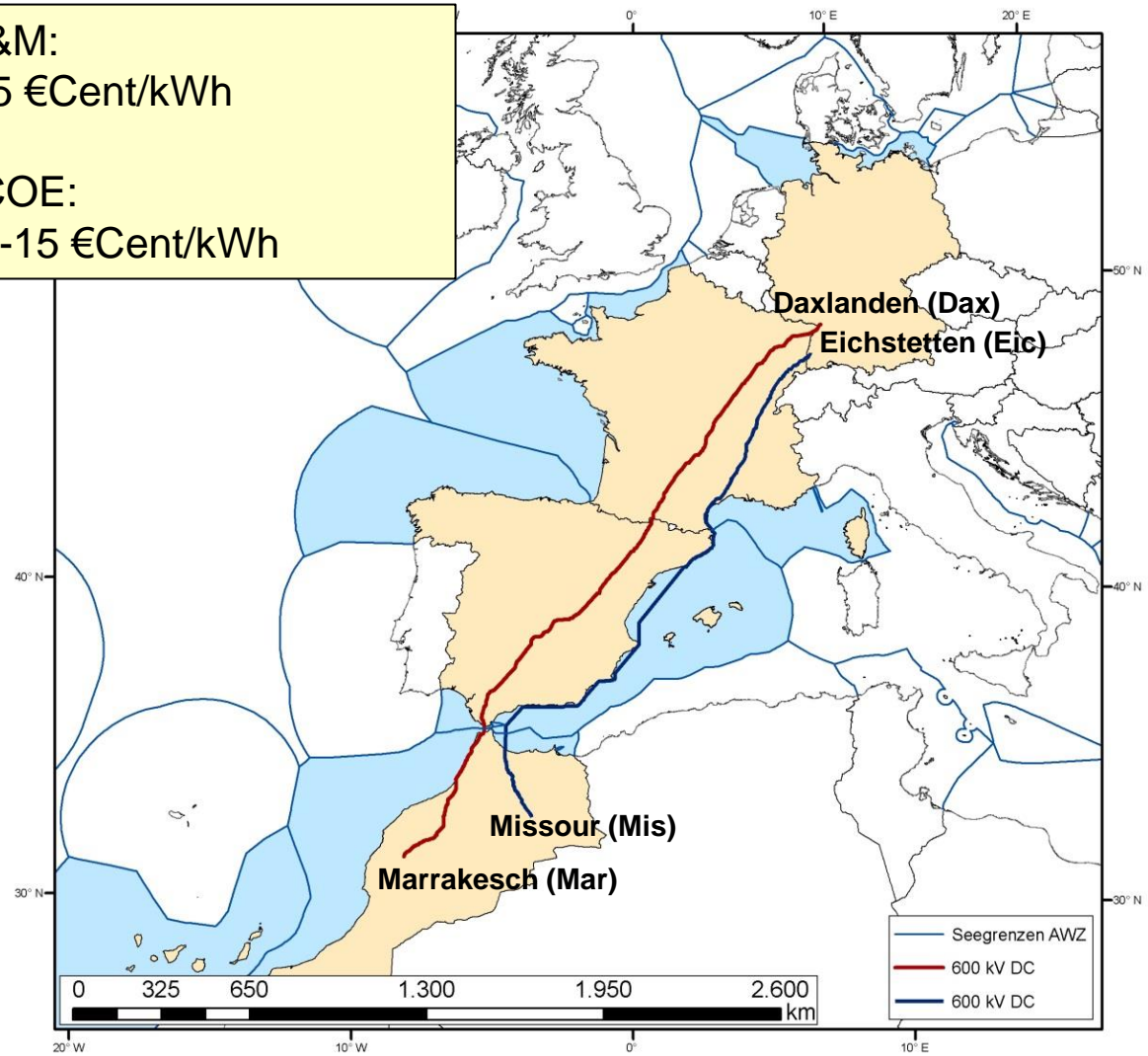
HVDC 2300 km
1,7 GW / 1,5 GW_{net}
3,7 – 4,9 Mrd.€
75 km²

CSP 2,2 GW
CSP 12 -18 Mrd.€
150 km²

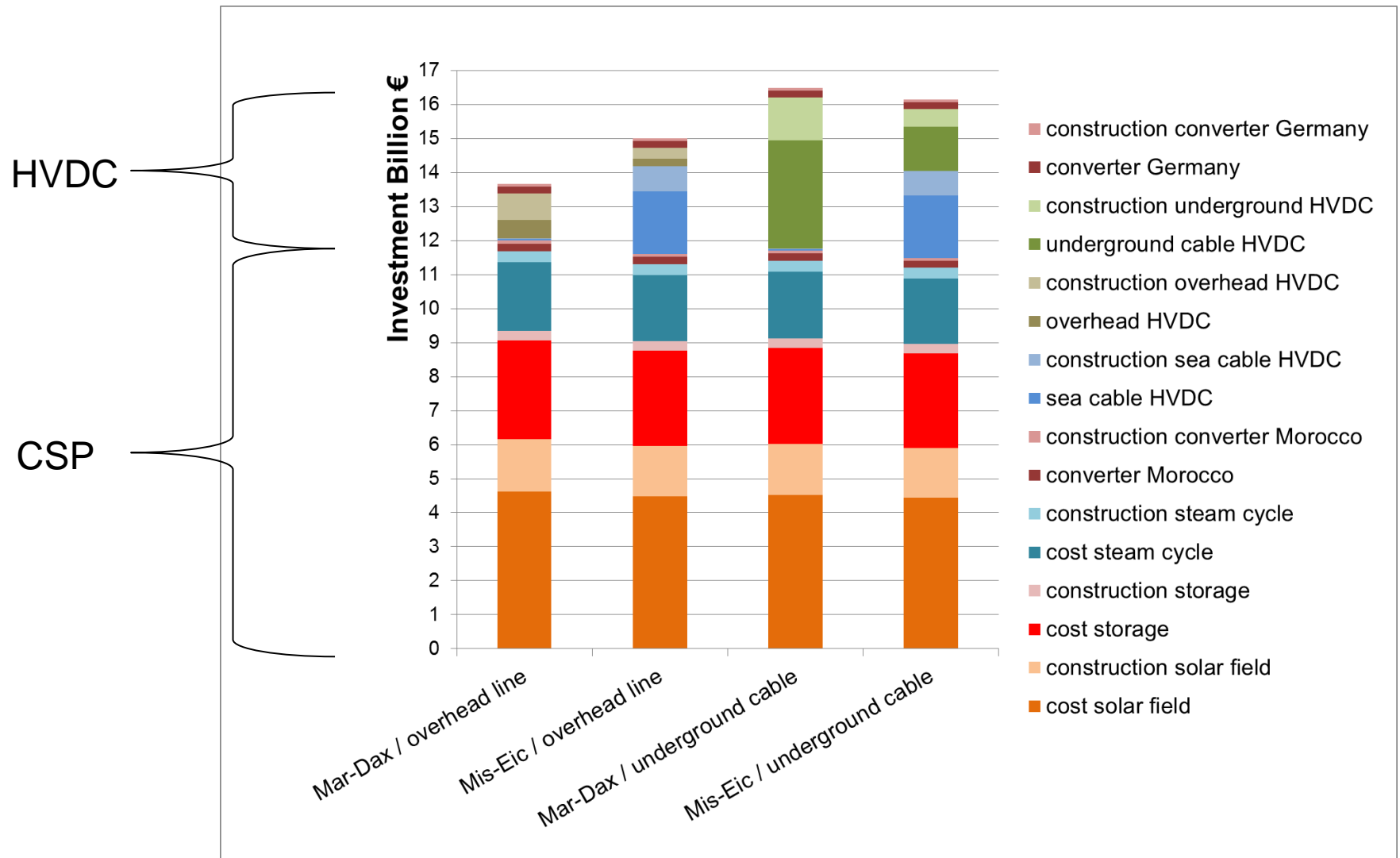
-> 9,32 TWh/a
16-24 Mrd.€ (real 2010)
machbar bis 2025

O&M:
4-5 €Cent/kWh

LCOE:
12-15 €Cent/kWh



Total investment cost of the four CSP-HVDC alternatives



70 m

Schutzstreifen

Mastfundament (grau)

überspannte Fläche

Sicherheitsleiter

+ pol

- pol

Erdkabel

4 m

Sicherheitsleiter

+ pol

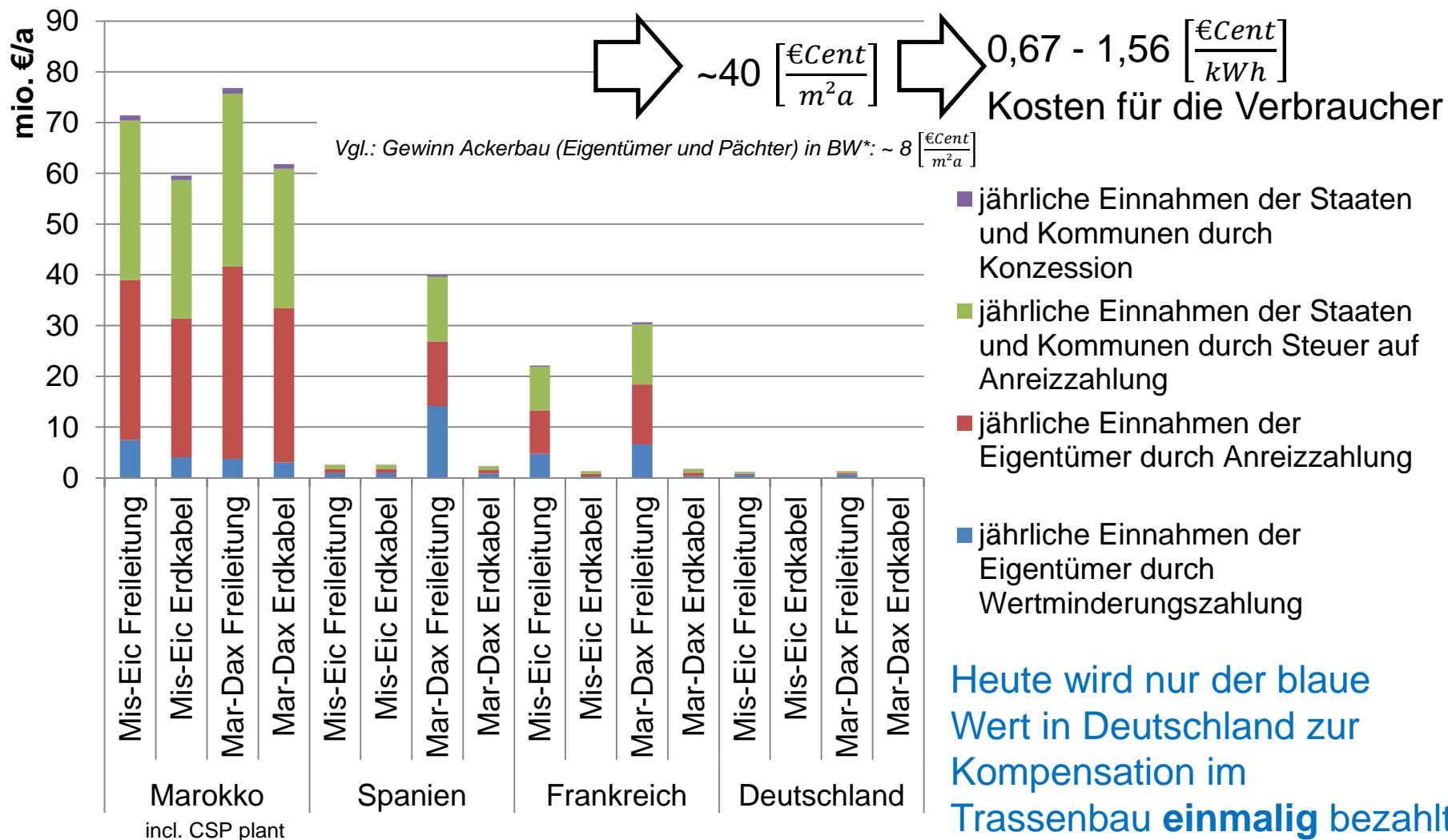
- pol

$$\left[\frac{\text{€Cent}}{TWh \cdot m^2 \cdot a} \right]$$

Freileitung und Erdkabel
können durch diese
Kompensationszahlung
Kostenneutralität
innerhalb ihrer
Lebensdauer erreichen!

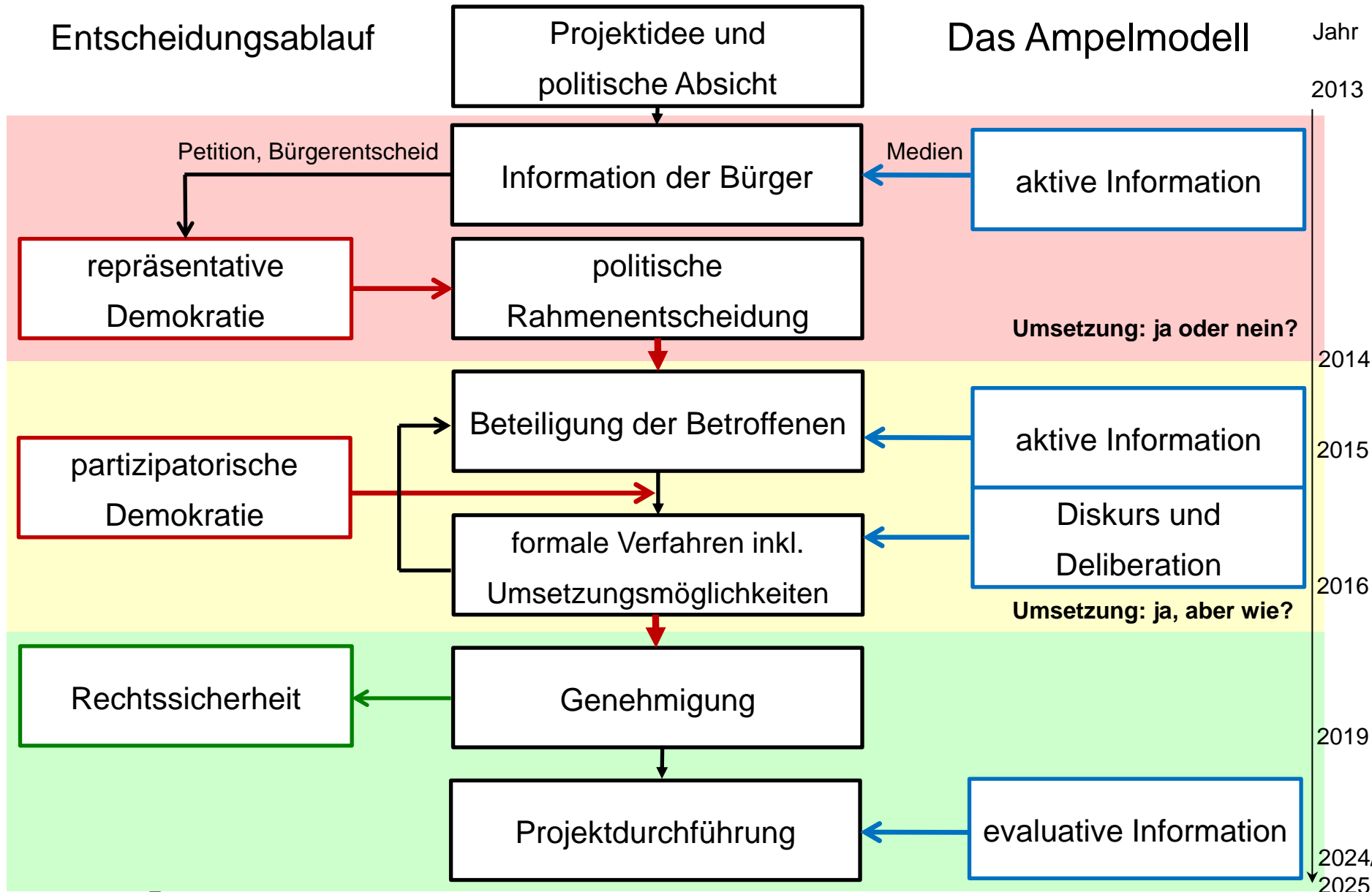
freie Technologiewahl
wird ermöglicht ->
Akzeptanzsteigerung

Jährliches Einkommen der betroffenen Staaten, ihren Kommunen und Landeigentümern (Anrainer) – je Variante

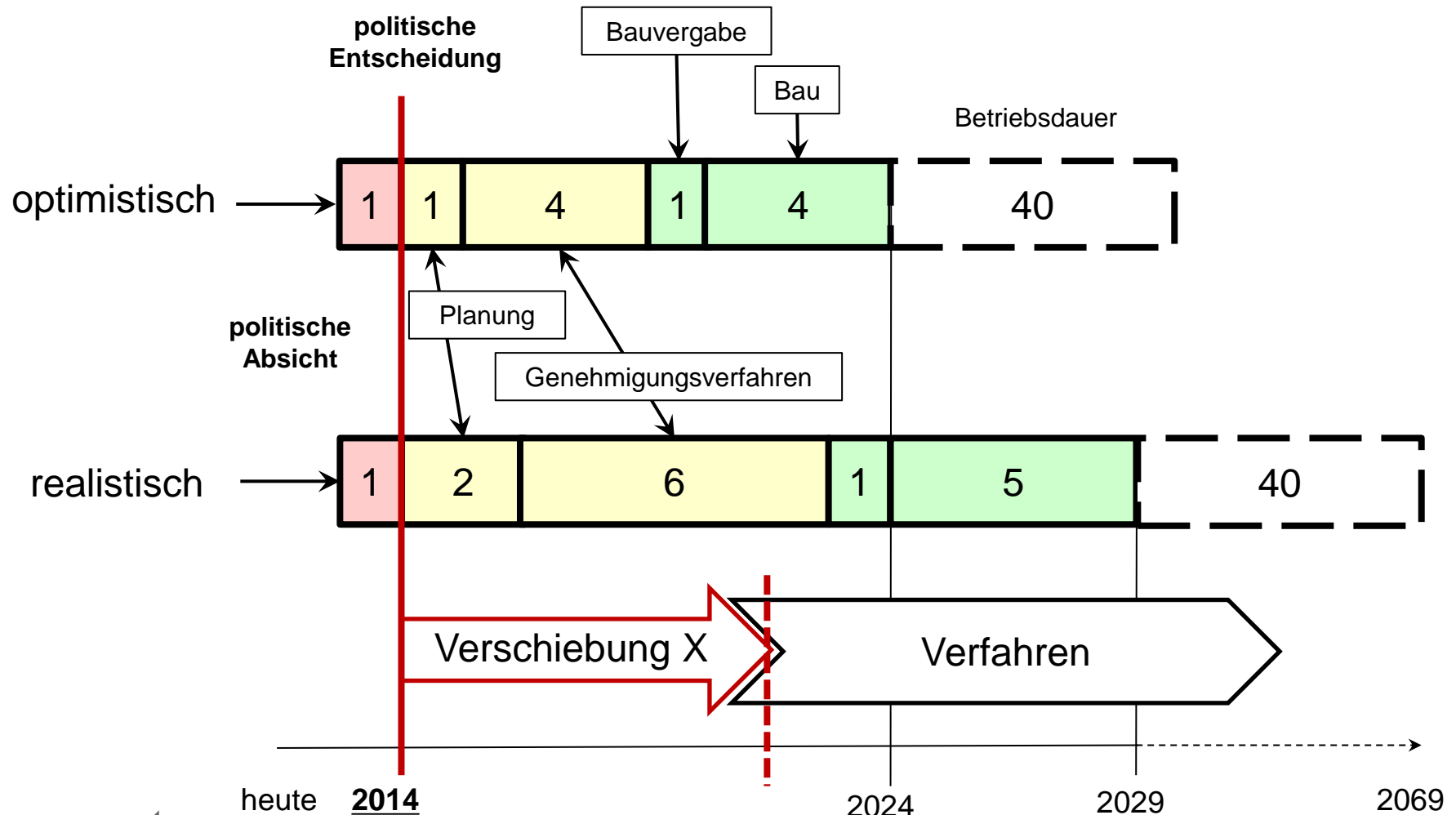


Entscheidungsablauf

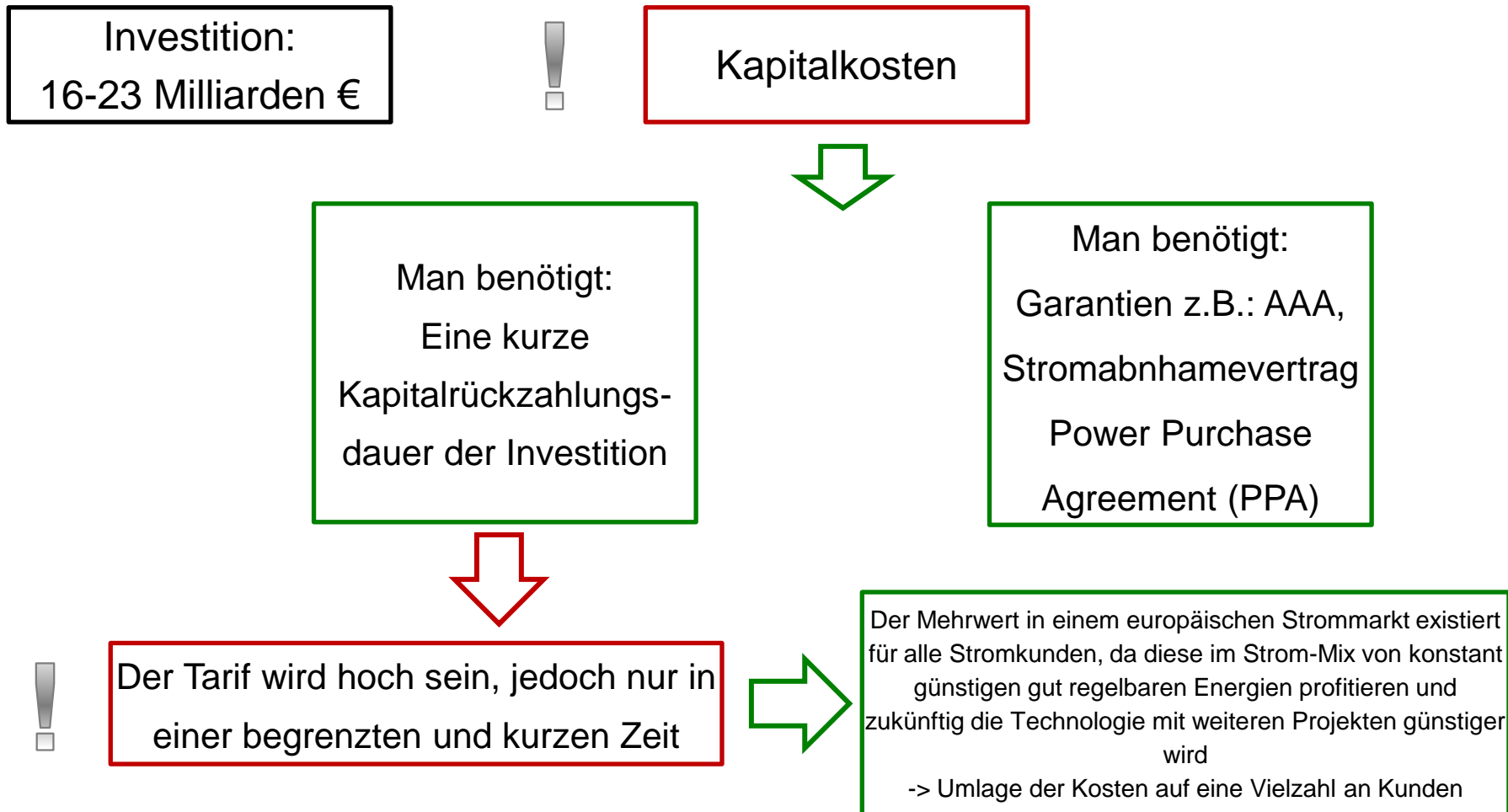
Das Ampelmodell



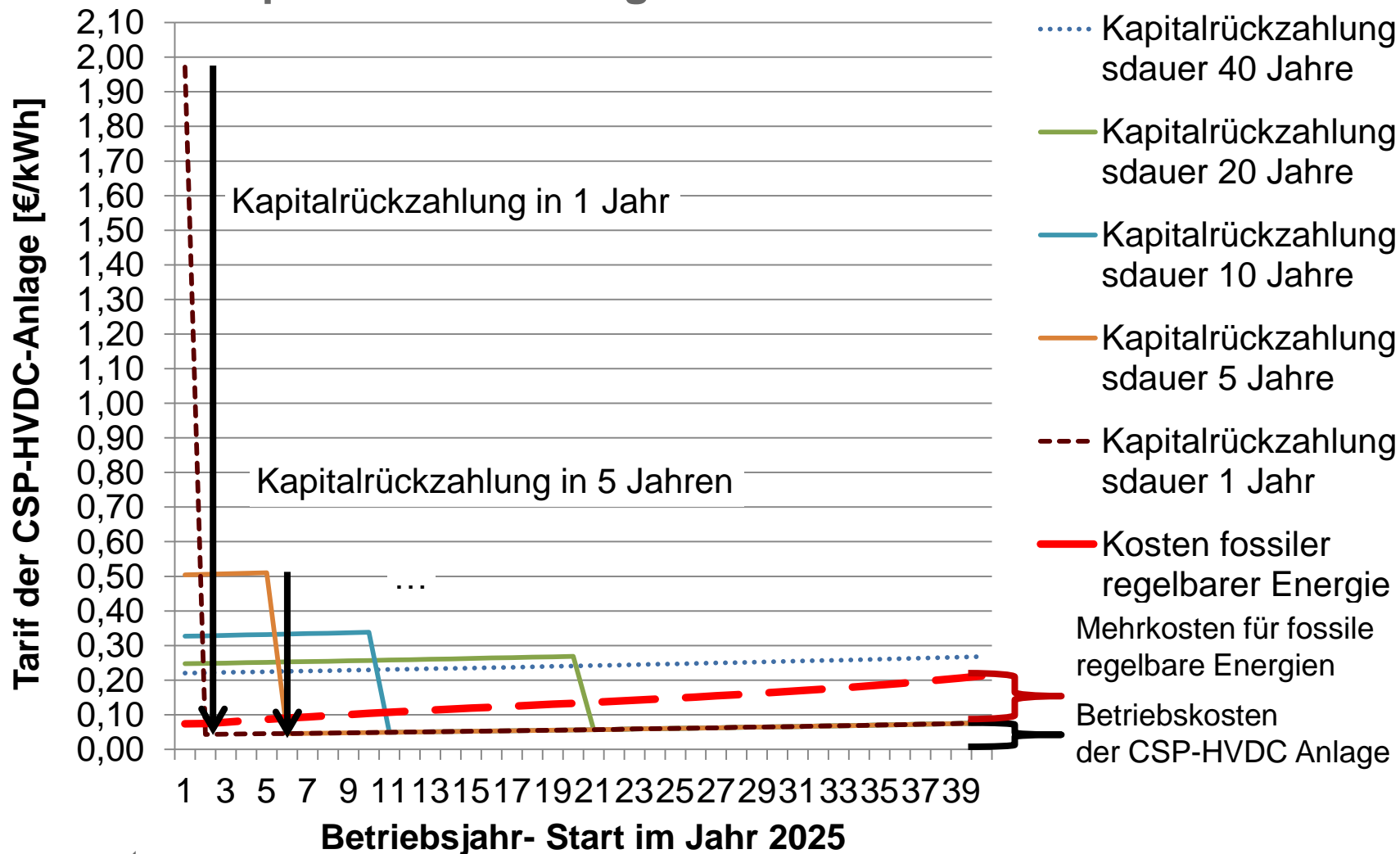
Zeitlimit für eine Entscheidung



Finanzierungsstruktur mit geringen Kapitalkosten

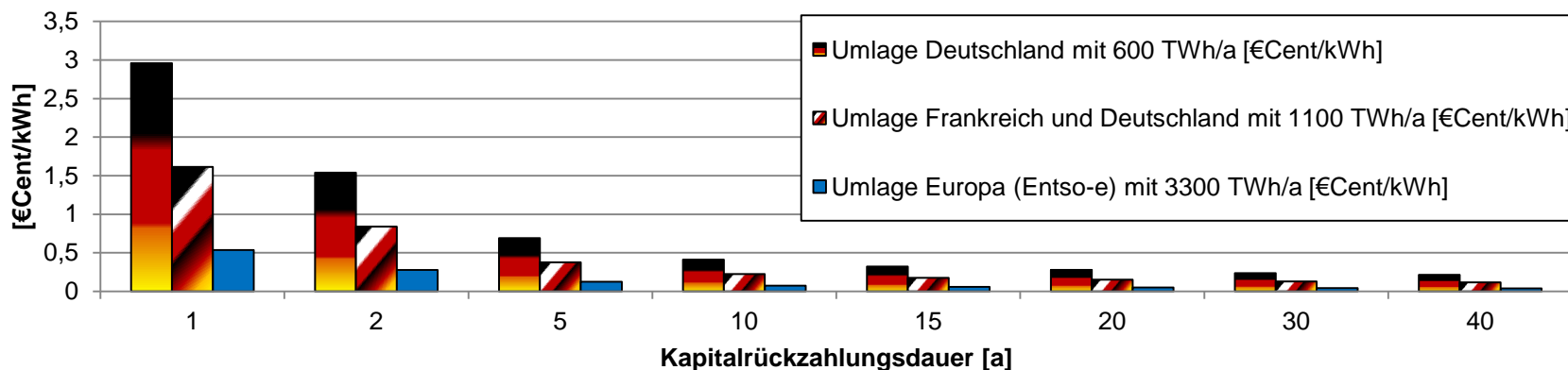


Tarif der CSP-HVDC Anlage Missouri-Eichstetten mit Erdkabeln – Wie können 16 Mrd. € bezahlt werden, damit wenig Zinsen anfallen und somit die Kapitalkosten niedrig bleiben?

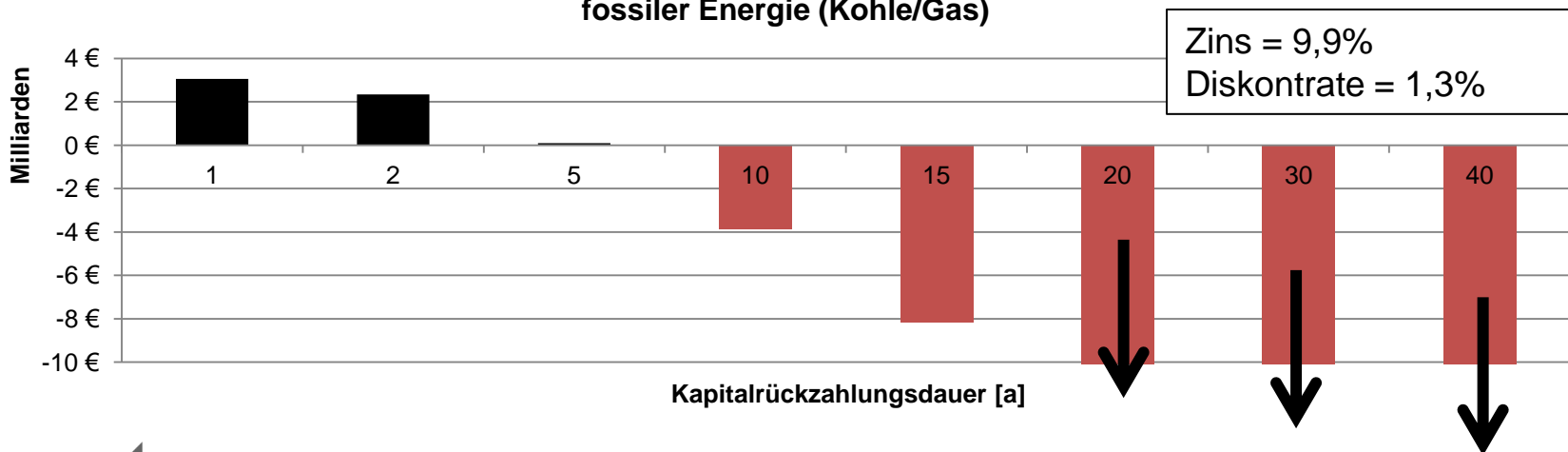


Wie können 16 Mrd. € bezahlt werden, damit wenig Zinsen anfallen und somit die Kapitalkosten niedrig bleiben?

Vergütung des Stroms mit einer Umlage auf alle Stromkunden

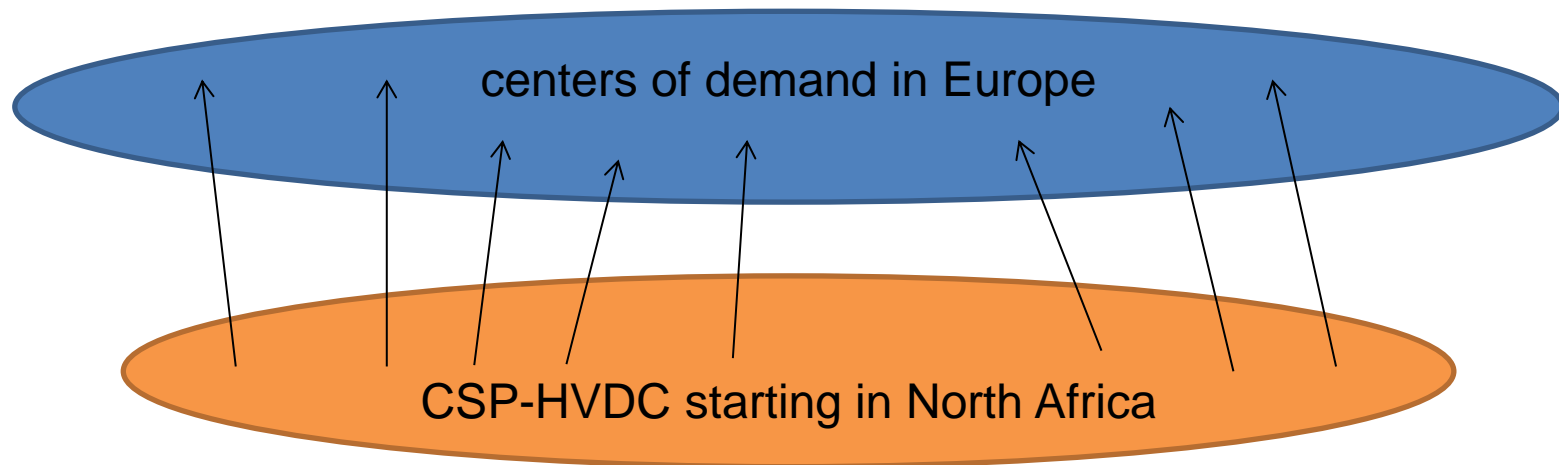


Ersparnis (schwarz) bzw. Mehrkosten (rot) kumuliert über 40 Jahre gegenüber regelbarer fossiler Energie (Kohle/Gas)



Investment plan based on a standardised and unified European apportionnement depending on consum of each country

- every member state will profit from learning curve
 - every member state will get the capacity for that the state has paid
 - stabilising the european electricity market with firm, constant cheap and renewable energy
 - european apportionnement will not stress EU industry competition
- > with about **2 €Cent/kWh** on a consumption of 3300 TWh/a all present european nuclear power plants (~125 GW) can be replaced by more flexible and renewable CSP-HVDC sites in the next **20 years**

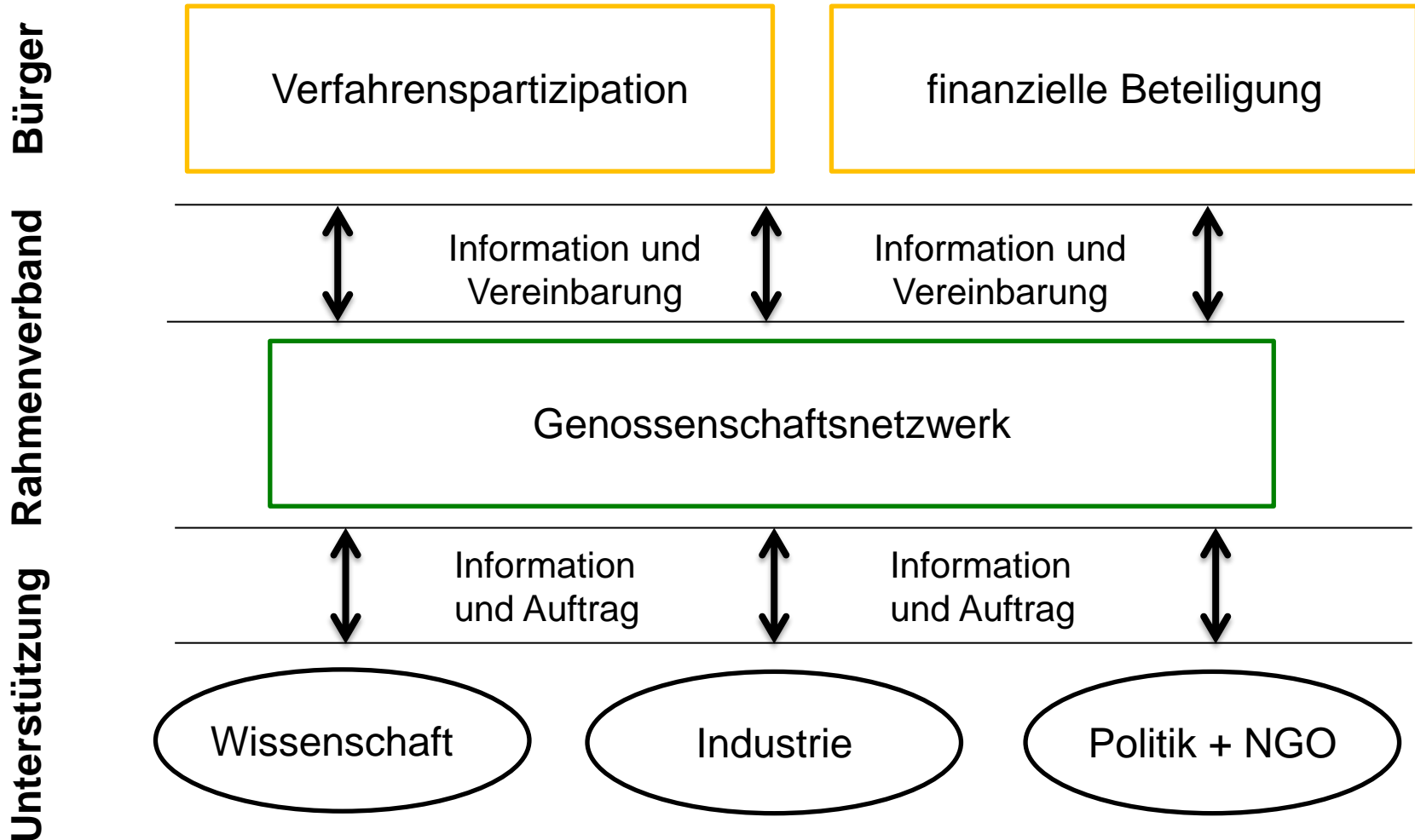


Weitere Schritte

- Erstellung eines Handbuches zur Öffentlichkeitsbeteiligung
- Veröffentlichung weiterer wissenschaftlichen Studien zur Notwendigkeit von regelbaren Solarstromimporten nach Baden-Württemberg auf einer mehrsprachigen Webseite
- Bürgerbefragungen mittels Fallstudien in exemplarischen Kommunen entlang der Trassenvarianten
- Detailliertere Kosten-Nutzen-Analysen mit Risikobewertung
- Kooperation mit MEMEE, ENTSO, BNetzA und TransnetBW zur Vorbereitung der Aufnahme in die „Unionsliste“ des Vorhabens mit gemeinsamen Interesse nach Verordnung EU 347/2013
- evtl. Hinführung zu notwendigen Antragsunterlagen bzw. der dafür erforderlichen Maßnahmen
- Suche nach geeigneten Vorhabenträgern



Potentielles Informationsnetzwerk für ein multinationales Bürgerprojekt



NGO: Nichtregierungsorganisation



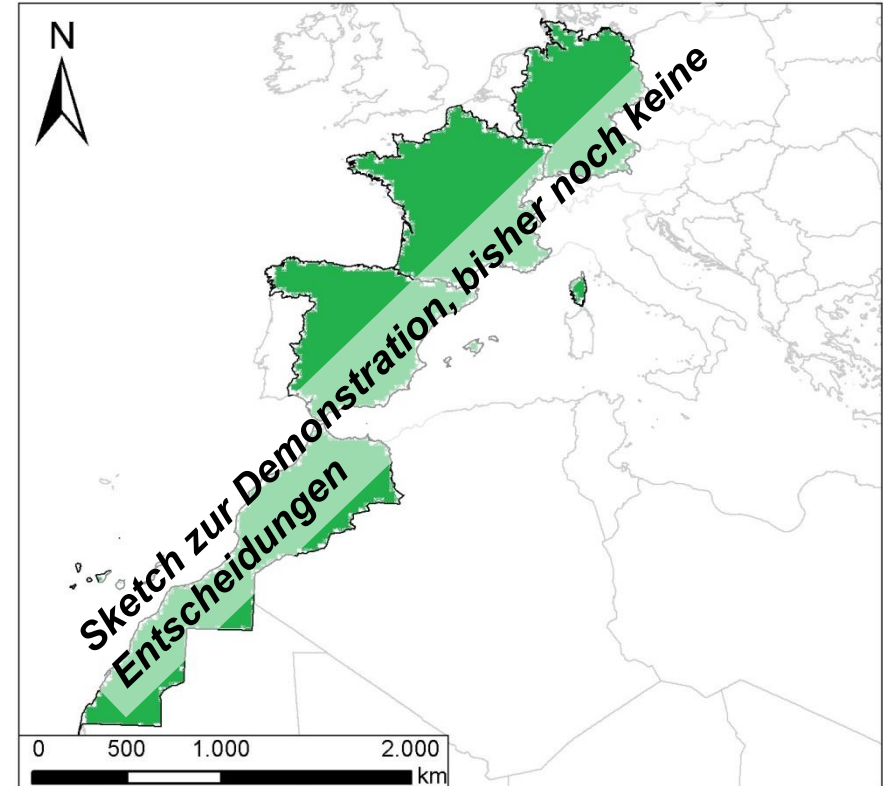
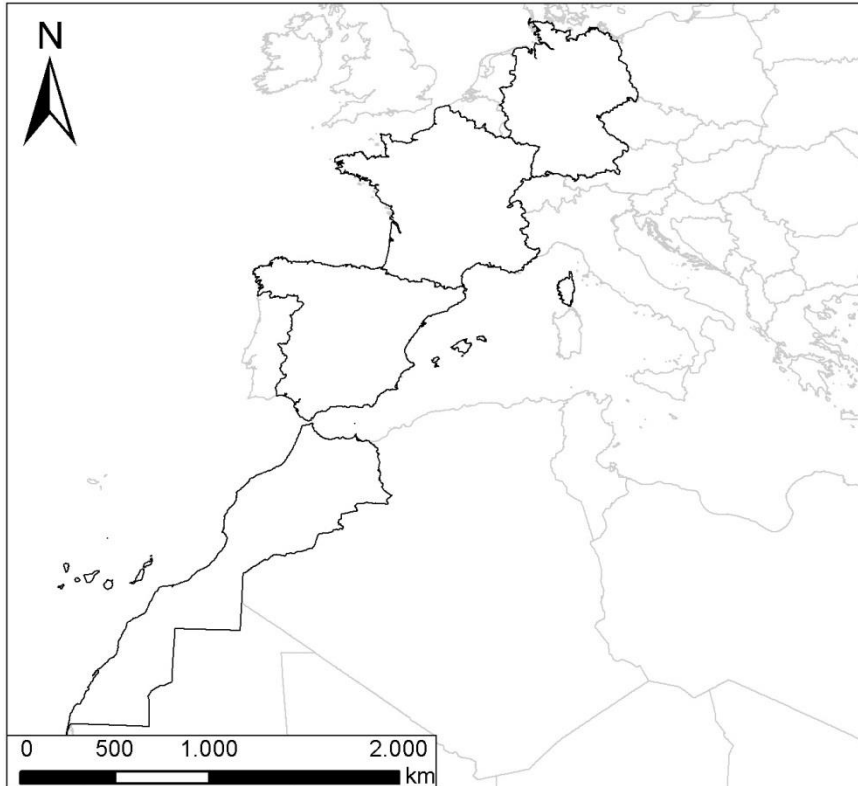
Grün: Absichtserklärung

Rot: Ablehnung

Weiß: noch nicht entschieden

Abstimmung auf Länderebene

Exemplarisches wissenschaftliches Modell



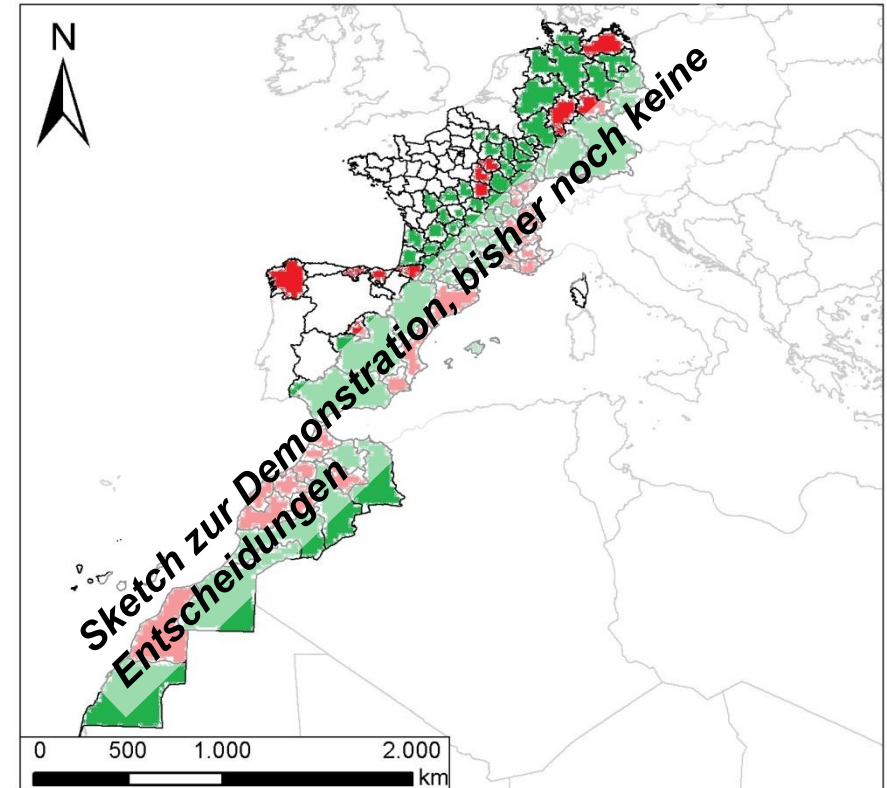
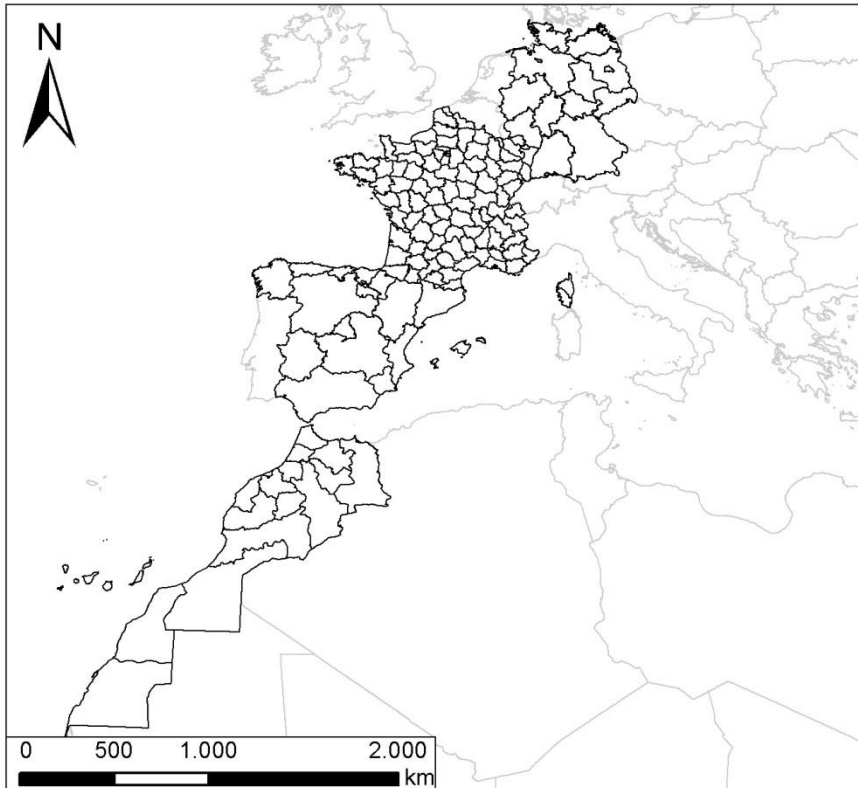
Grün: Absichtserklärung

Rot: Ablehnung

Weiß: noch nicht entschieden

Abstimmung auf regionaler Ebene

Exemplarisches wissenschaftliches Modell

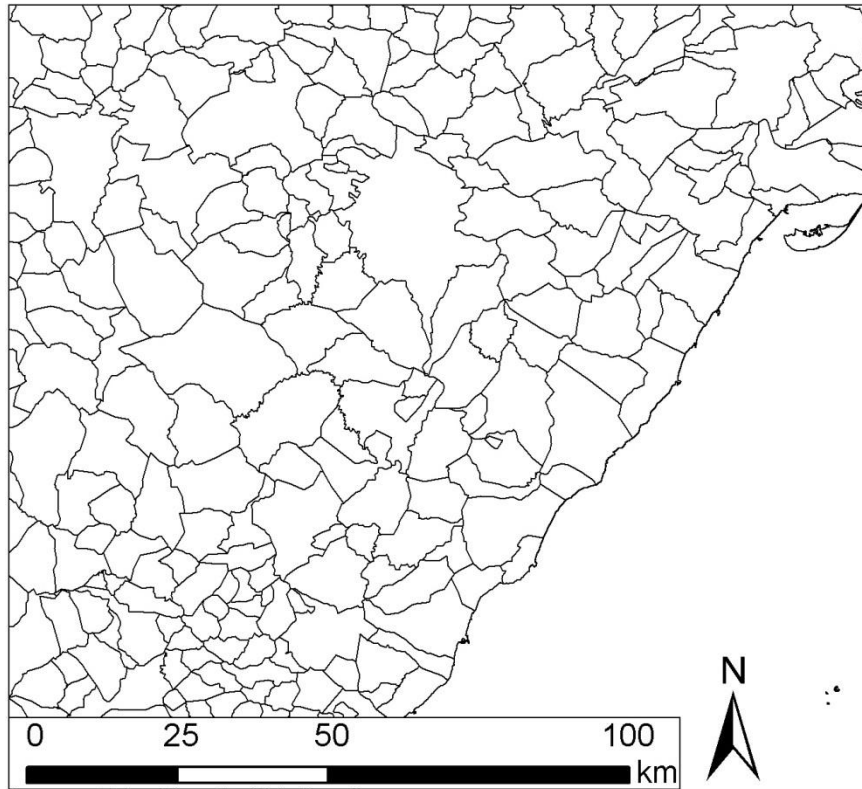


Grün: Absichtserklärung

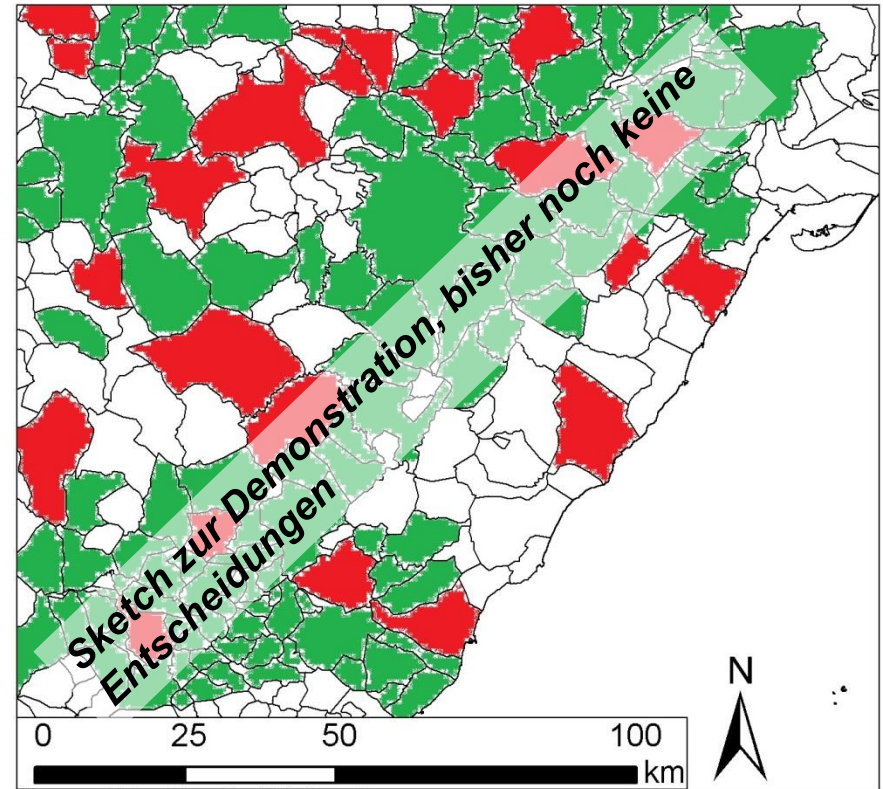
Rot: Ablehnung

Weiß: noch nicht entschieden

Abstimmung auf kommunaler Ebene

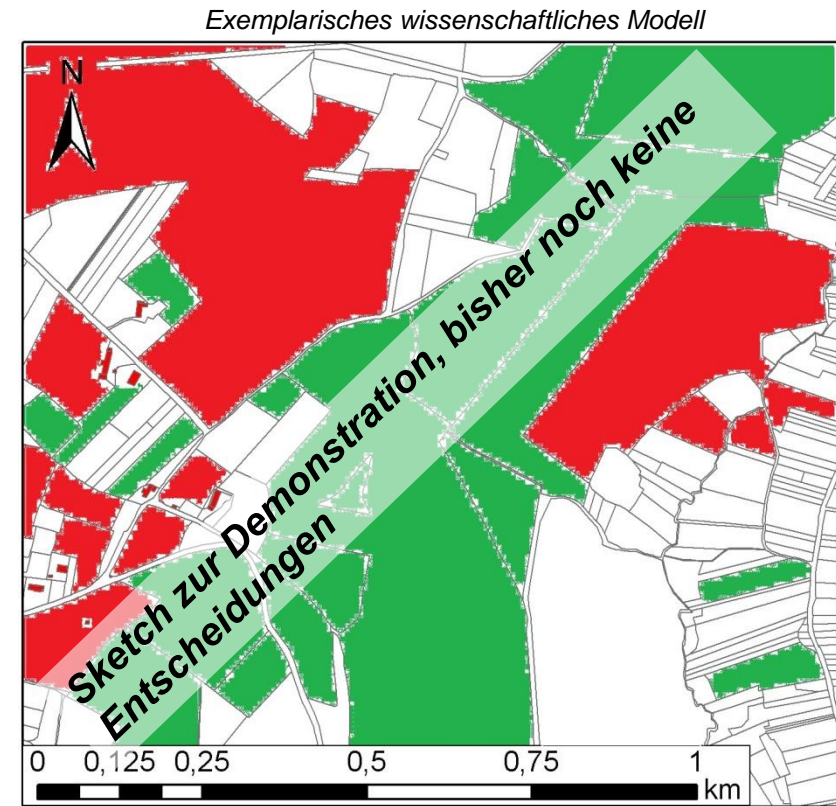


Exemplarisches wissenschaftliches Modell



Grün: Absichtserklärung
Rot: Ablehnung
Weiß: noch nicht entschieden

Abstimmung auf Eigentümerebene



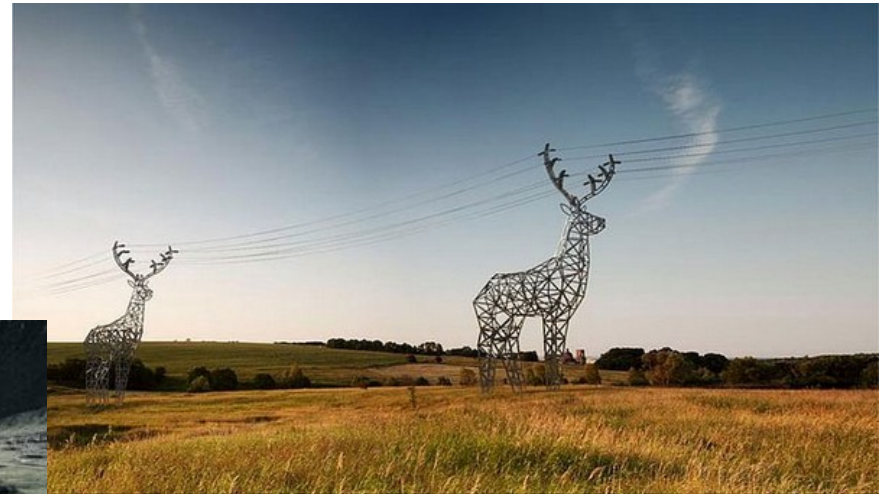
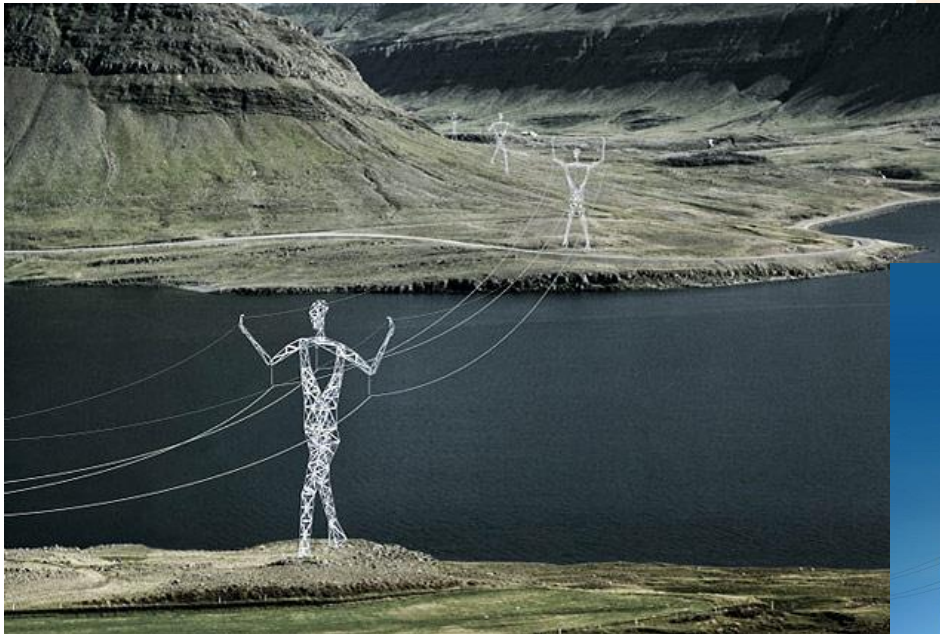
Auf der interaktiven Internetseite erscheinen auch:

- Imagevideo über potentiell Vorhaben (Animation der Kraftwerksfunktion, Notwendigkeit im Energiesystem einer Mitteleuropäischen Regelzone, Daten und Interview mit betroffenen Anrainern des Kraftwerks, der Trasse und Stromkunden)
- Alle aktuellen Aktivitäten mit Bürgerinnen, Bürgern, Politik, Wissenschaft und Wirtschaft
- Zeitplan der Bürgerbeteiligung und Gesamtzeitplan
- Alle Daten in den Bereichen: Ökonomie, Ökologie, Technik, Soziales und Institutionelles
- Bereits erzielte Fortschritte und Kritik



„Wege verbinden Menschen“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt: denis.hess@dlr.de



Quelle: <http://www.ribapylondesign.com/>

